5

Beitrag

zur

Structurlehre

der

# Grosshirnwindungen.

---

Inauguralabhandlung




der

medicinischen Fakultät zu Erlangen

vorgelegt

von

**Rudolf Berlin,**
Dr. med.

**Erlangen, 1858.**

Druck der A. E. Junge'schen Universitätsbuchdruckerei.

Meinem theuren Vater

# Dr. August Berlin,

praktischem Arzte

zu

Friedland in Mecklenburg-Strelitz.

Der Beginn einer Structurlehre der Grosshirnwindungen datirt von Gennari *). Er unterschied zuerst verschiedene Lagen der grauen Substanz und zwar zwei, eine Trennung, die durch spätere Forschungen von Vicq d'Azyr, Cazauvieilh, Parchappe theils bestätigt, theils modificirt und von Baillarger **) in der Art festgestellt wurde, dass er sechs verschiedene Lagen nachwies. Der Letztere machte seine Beobachtungen mit blossem Auge oder höchstens mit schwacher Vergrösserung, bei auffallendem und durchfallendem Lichte, und kam zu dem Resultat, dass bei auffallendem Lichte von aussen gezählt weisse und graue Lagen abwechselten, während bei durchfallendem Lichte die den weissen entsprechenden Lagen undurchsichtig, die grauen durchsichtig waren.

Ein Fortschritt in diesem Gebiete der Anatomie war erst möglich durch die Anwendung des Mikroskops. Kölliker ***)

*) Anatomie comparée du système nerveux considerée dans ses rapports avec l'intelligence par Fr. Leuret et P. Gratiolet. Paris 1839—1857. (Tome II. p. 161—166).

**) Anatomie et Physiologie du système nerveux par Longet. Paris 1842. (Tome I. p. 605—618).

***) Mikroskopische Anatomie von Kölliker. Leipzig 1850. (Bd. II. p. 474—479).

gibt die genaueste Beschreibung einer Grosshirnwindung, die ich hier, so kurz als es meine Zwecke erlauben, wieder zu geben versuche. Nach ihm unterscheidet man am besten drei Lagen: eine innerste gelbröthliche, eine mittlere reingraue und eine äusserste weisse Schicht; doch gesteht er, dass die innerste häufig an ihrer äusseren Grenze und oft auch an ihrer inneren einen weisslichen Streifen zeige, so dass dann vier, selbst sechs Lagen unterschieden werden können.

Ueber die morphologischen Bestandtheile der grauen Substanz sagt Kölliker, dass sie aus Nervenröhren, Zellen und Intercellularsubstanz gebildet werden.

Diese Nervenröhren kommen aus dem Centrum semiovale. Ob sie sich schon in der Nähe der grauen Substanz theilen, lässt er unentschieden; doch fand er hier Nervenröhren, welche die aus dem Centrum semiovale aufsteigenden Fasern unter rechtem Winkel kreuzen; zellige Elemente fand er an diesem Orte nicht.

„Bündel an Bündel dringen diese Nervenröhren gera-
„den Wegs und alle einander parallel in die gelbröthliche
„Schicht ein. Hier lösen sich schon eine Menge Röhren von
„denselben ab und durchziehen nach allen Richtungen, be-
„sonders aber parallel der Oberfläche und somit mit den
„Hauptbündeln sich kreuzend, die gelbröthliche Schicht.
„Häufen sich diese horizontal verlaufenden Fasern stärker an,
„so entstehen die beschriebenen weisseren oder helleren Strei-
„fen, von denen der äussere gerade an der Stelle liegt, wo die
„in die graue Substanz eintretenden Bündel sich verlieren. —
„Indem diese nämlich weiter nach aussen gehen, werden sie
„durch seitliche Faserabgabe und durch Verfeinerung und
„Auflösung ihrer Elemente immer dünner, bis sie, an der
„grauen Schicht angelangt, sich dem Blicke entziehen, jedoch
„bei genauerer Verfolgung als vielfach verflochtene, aller-
„feinste Fäserchen von kaum noch dunklen Contouren auch
„in dieser sich nachweisen lassen. — Nur eine gewisse,

„jedoch geringere Zahl von Fasern gibt, an der reingrauen „Schicht angelangt, ihre Breite und dunklen Contouren nicht „auf, sondern setzt in geradem oder schiefem Verlauf durch „dieselbe hindurch, um in der äussersten weissen Schicht „horizontal weiter zu verlaufen.“

Manche dieser Fasern lässt Kölliker schlingenförmig in die grauröthliche Schicht wieder zurückgehen. — Theilungen der Nervenröhren beobachtete er auch in der Rindensubstanz nicht. Die Dicke der Nervenröhren ist am Anfang ihres Eintrittes in die grauröthliche Schicht dieselbe wie in der centralen weissen, 0,0012''' bis 0,003'''; „sie verschmä„lern sich jedoch alle zu 0,001''' und nehmen in der grauen „Substanz den geringsten Durchmesser der Nervenröhren von „0,0004''' bis 0,0008''' an.“ In die äusserste weisse Schicht gehen einzelne Fasern von 0,003'''; neben diesen finden sich viele von 0,0004''' Durchmesser.

Die Zellen unterscheidet Kölliker hinsichtlich ihrer Grösse, als deren äusserste Grenzen er 0,003''' und 0,02''' angiebt; dann hinsichtlich ihrer Gestalt als birnförmig (unipolar), spindelförmig (bipolar), dreieckig — unregelmässig (multipolar). Diese Zellen sind nun, eingebettet in viel feinkörniger Grundsubstanz, derartig in den drei Schichten vertheilt, dass sich in der äussersten spärliche kleinste Zellen, meist mit einem oder mit zwei Fortsätzen, die zuweilen bis 0,054''' lang werden können, vorfinden; in der mittleren begegnet man Zellen aller Gattungen in Massen; dieselben Formen, nur spärlicher, sind in der gelbröthlichen Schicht vertreten, bei alten Leuten nicht selten mit pigmentirtem Inhalt.

Communicationen der Nervenzellen unter einander und mit Nervenröhren hält Kölliker für wahrscheinlich, doch hat er sie nicht beobachtet.

Nach neueren Untersuchungen von Jacubowitsch sollen die Zellen der grauen Substanz der Hauptsache nach kleine Zellen sein (Jacubowitsch nennt sie Empfindungs-

zellen); sie schicken Fortsätze zur Peripherie, die unter spitzem Winkel mit einander zu communiciren scheinen; andere Fortsätze gehen zum Centrum, um sich mit Axencylindern zu verbinden.

---

Die überraschenden Resultate, welche die von Prof. Gerlach*) entdeckte Färbungsmethode ihm neuerdings in der Structurlehre der Kleinhirnwindungen lieferte, bewogen ihn, mir als Thema einer Inauguraldissertation eine ähnliche Bearbeitung der Grosshirnwindungen vorzuschlagen.

Herr Prof. Gerlach vertraute mir in Folge dessen seine Behandlungsmethode und unterstützte mich während der ganzen Zeit der Beobachtungen in einer Art mit Rath und That, dass ich bedauere, auf die vielen Beweise seiner Güte keine andere Erwiederung als den öffentlichen Ausspruch der Dankbarkeit zu haben, zu der ich mich verpflichtet fühle. —

Indem ich dies bekenne, bitte ich, den Mängeln in Schärfe der Beobachtung, Auffassung, und Correctheit der Darstellung die gütige Nachsicht nicht versagen zu wollen, welcher ich als Anfänger so sehr benöthigt bin.

*) Mikroskopische Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie von Prof. Dr. J. Gerlach. Erlangen 1858.

# I.

Nimmt man ein Stück einer Grosshirnwindung, welches durch sehr langes Liegen in Chromsäure einen hohen Grad von Härte erreicht hat, so gelingt es mit Leichtigkeit, dasselbe in Stücke aus einander zu brechen. Am leichtesten ist es, den Bruch in der Art zu bewerkstelligen, dass die Bruchebene, wenn man sich das Grosshirn als einen Kugelabschnitt dächte, dessen Mittelpunkt unter der Mitte des Balkens läge, durch diesen gedachten Mittelpunkt gehen würde. — Diese Bruchebene ist nicht glatt, sondern bietet eine ziemlich regelmässige Streifung dar, und zwar gehen vom Grunde einer Windung, aus dem Centrum semiovale kommend, kleine Leistchen und Furchen strahlenförmig zur Peripherie derselben, die sich da, wo die graue Substanz beginnt, verlieren (Fig. I).

Hebt man mit der Nadel eines dieser Leistchen heraus, was in der Regel ohne Schwierigkeit ausführbar ist, zerfasert dasselbe und bringt es unter das Mikroskop, so sieht man Nervenröhren von 0,0012''' bis 0,003''' Dicke, die, war das Leistchen ungefähr 1''' von der grauen Substanz entfernt herausgehoben, deutliche Bündel bildend ziemlich nahe an einander gedrängt, der Längenrichtung des Leistchens parallel laufen (Fig. y).

Zwischen diesen Bündeln sind andere Nervenröhren oft von feinerem Durchmesser, als die die Bündel constituirenden erkennbar, welche denselben Verlauf nehmen.

Neben den beschriebenen fand ich, beginnend in einer Entfernung von beiläufig 1,5''' von der grauen Substanz, Nervenröhren von kleinerem Kaliber, nicht in Bündeln verlaufend, und gegen die Peripherie hin an Menge zunehmend, welche die, wenn ich den Ausdruck gebrauchen darf, radiären Fasern unter rechtem Winkel schnitten; ich nenne sie hier der Kürze wegen horizontale Fasern.

Der Charakter aller hier vorkommenden Fasern ist der von Kölliker beschriebene: sie sind dunkelrandig, viele Varikositäten bietend, mit leicht isolirbarem Axencylinder. Durch Zerfaserung gelingt es ohne Schwierigkeit, einzelne Nervenröhren zu isoliren. Der oft auf lange Strecken verfolgbare Axencylinder theilt sich häufig gabelförmig, und selbst wiederholte Theilungen desselben sind nicht selten. Gewiss ist der getheilte Axencylinder Ausdruck von Nervenröhrentheilung, eine Ansicht, die ich um so mehr festhalten zu dürfen glaube, als directe Theilung der Nervenröhren, wenn gleich seltener, doch oft genug zur Beobachtung kommt, um die Thatsache der Theilung der Nervenröhren an diesem Orte ihres Vorkommens ausser allen Zweifel zu stellen (Fig. a, b, c).

Zwischen den Nervenbündeln zerstreut findet sich eine nicht unansehnliche Menge von Körnern. Sie kommen schon in einiger Entfernung von der grauen Substanz vor, einzelne schon in Parthien, die man behufs der Untersuchung aus Stellen der weissen Substanz wählte, welche 1,5''' von dem Beginne der grauen entfernt waren. — Ihre Zahl nimmt ziemlich regelmässig mit dem weiteren Fortschritt zur Peripherie zu. Die Gestalt der Körner ist rundlich, ihr Durchmesser zwischen 0,002''' bis 0,003'''; sie zeigen einen körnigen Inhalt und meist ein deutliches Kernkörperchen. Sie sind besonders gut in Farbstoffpräparaten zu erforschen, auf die ich später ausführlicher zurückkommen werde.

Die meisten dieser Körner zeigen einen, zwei, auch wohl drei äusserst feine kurze fadenförmige Anhänge (Fig. d, e, f); viele sieht man mit Axencylindern in Zusammenhang stehen (Fig. c), manche mit Nervenröhren (Fig. g, h). Auch gelingt es wohl, mehrere Körner an einem sich theilenden Axencylinder oder einer sich theilenden Nervenfaser haften zu sehen (Fig. g).

Man kann sich leicht überzeugen, dass diese Bilder nicht

immer der Eindruck zufälliger Nebeneinanderlagerung der genannten Gebilde sind, wenn man durch einen unmittelbar in der Nähe des Deckglases auf dem Objectträger angebrachten Wassertropfen die in das Sehfeld fallenden Elemente in eine Strömung versetzt. Manche Körner entfernen sich dann von den Nervenfasern, vielleicht waren sie nur neben einander gelagert, vielleicht trennte sie auch die verhältnissmässige Intensität der verursachten Strömung; dagegen sieht man einzelne Fasern und Körner trotz der Bewegung ihren Zusammenhang bewahren und eines genau den Bewegungen des andern folgen. Durch abwechselnde Zufuhr und Abfuhr von Feuchtigkeit (letzteres lässt sich leicht vermittelst eines Streifens von trockenem Fliesspapier bewerkstelligen) kann man an ein und demselben Präparate dies für den Zusammenhang der Fasern und Körner überzeugende Experiment wiederholen.

Demnach ist es wahrscheinlich, dass die beschriebenen fadenförmigen Anhänge der Körner Fragmente von Axencylindern sind, die durch die Präparation abgerissen wurden. Denn wenn man gleich mit möglichster Vorsicht das Gewebe unter der Lupe zerfasert, so bleibt diese Behandlungsweise dennoch in Rücksicht auf die Feinheit des Objectes eine sehr rohe.

Auffallend ist est, dass die Axencylinder so grosse Neigung zeigen, in der Nähe des Kornes abzureissen; selten sind die fadenförmigen Anhänge länger als der Durchmesser des Kornes; ihr eigener Durchmesser ist oft so fein, dass man nicht mehr im Stande ist, ihn mit unseren Instrumenten annähernd richtig zu bestimmen.

# II.

Die Untersuchungen der grauen Substanz wurden vorgenommen an verschiedenen Gehirnen von theils alten, theils jüngeren Individuen. So lange sie noch keinen bedeutenden Grad der Maceration erreicht hatten, konnte man eine Streifung der grauen Substanz deutlich erkennen und zwar als eine abwechselnde Aufeinanderfolge von dunkleren und helleren Lagen.

Trotz wiederholter Beobachtung einer grossen Menge von Schnitten, die in radiärer Richtung durch die Dicke der grauen Substanz gemacht wurden, konnte ich kein entschiedenes Resultat über die Zahl der Schichten und ihre Ausdehnung erhalten; auch die Methode von Baillarger, die Objecte bei durchfallendem Lichte zu prüfen, führte, wenn gleich sie sich in Bezug auf das Durchscheinend-werden der grauen und Opakwerden der weissen Streifen bewährte, zu keinem Abschluss. Bald glaubte ich vier, bald fünf, bald sechs Lagen zu erkennen, die bei mässiger Vergrösserung nur noch mehr in einander zu verschwimmen schienen. Ganz frische Gehirne sollen bis einige Stunden nach dem Tode die Streifung sehr deutlich präsentiren; doch solche standen mir nicht zu Gebote. — Sehr lange in Chromsäure aufbewahrte Präparate lassen fast nichts von Streifung erkennen.

Viel mehr leistete dagegen in dieser Beziehung die Behandlung von Durchschnitten der Grosshirnwindungen mit Farbstoff.

Es wurden von einem durch langes Liegen in sehr verdünnter Chromsäure erhärteten Präparate möglichst feine Schnitte,

so genau es sich ausführen liess, parallel mit den oben beschriebenen Bündeln, die radiär vom Centrum Vieuss. zur Peripherie einer Grosshirnwindung sich erstrecken, gemacht und diese in eine sehr verdünnte Lösung von carminsaurem Ammoniak gelegt. Nach 24 stündigem, deutlicher aber nach 48 stündigem und längerem Verweilen in dieser Flüssigkeit unterschied sich die graue Substanz durch eine intensiv rothe Färbung von der centralen weissen.

Mit blossem Auge sowohl als bei geringer (3—5 facher) Vergrösserung erkannte man sechs durch verschiedene Intensitätsgrade der Färbung sich markirende Lagen der grauen Substanz; ich will sie, ausgehend vom Centrum als erste, zweite, dritte, vierte, fünfte und sechste Lage bezeichnen. Die erste Lage war intensiv roth gefärbt und hatte die Dicke von fast $1/_6$ der Dicke der ganzen grauen Substanz, welche ich zu 1,5''' bestimmte. Dieselbe geht mit nicht scharfer Grenze in eine niedergefärbte Schicht von ziemlich gleichem Durchmesser über. Auf dieselbe zweite Lage folgt eine etwas schmälere aber sehr markirte dunkle Schicht, dann wiederum als vierte eine hellere Schicht, die nahezu die Dicke der drei inneren Schichten besitzt und allmählich in eine dunkle Lage von der Dicke der ersten übergeht, welche scharf abgeschnitten aufhört, um einem schmalen hellen Saume, der sechsten Schicht, Platz zu machen (Fig. II).

Somit entscheidet die färbende Methode die Frage über die Schichtung der grauen Substanz der Grosshirnwindungen zu Gunsten Baillarger's. Was die Angaben von Kölliker betrifft, so glaube ich, dass seine gelbröthliche Schicht der ersten, zweiten und dritten, seine reingraue der vierten und fünften, seine oberflächliche weisse der sechsten entspricht.

## III.

Bringt man einen jener feinen Schnitte unter das Mikroskop (300fache Vergrösserung), so bemerkt man, dass die oben beschriebenen Nervenbündel der weissen Substanz in die graue eintreten, und hier denselben Verlauf, wie dort beibehaltend, die graue Substanz bis nahezu an die Peripherie durchsetzen. Dieselben lassen sich bis in die Mitte der fünften Schicht verfolgen.

Diese Bündel wurden von Kölliker (l. c. pag. 477) beschrieben; sie gehen aber nicht nur durch seine gelbröthliche Schicht (erste, zweite und dritte) hindurch, sondern auch durch seine rein graue (vierte und fünfte), laufen auch nicht alle einander parallel, sondern entfernen sich je näher sie der Peripherie kommen mehr und mehr von einander und bieten so ein Bild, welches den Ausdruck „radiär“ verlaufender Fasern für sie nicht ungerechtfertigt erscheinen lässt.

Die Dicke der Bündel verschmälert sich nach der Peripherie hin; gegen das Ende der fünften Schicht hören sie auf; die Strecke, in der sie sich auflösen, respective sich dem Blicke entziehen, ist verhältnissmässig sehr kurz. Während man sie in der Mitte der fünften Schicht noch deutlich erkennt, sind sie gegen das Ende derselben verschwunden. — Die Zunahme ihrer gegenseitigen Entfernung macht sie nach aussen hin deutlicher als sie in der weissen Substanz, in der sie nahe aneinander gedrängt sind, erscheinen. Zwischen den Bündeln, mit ihnen in derselben Richtung verlaufend, sieht man mehr isolirte Nervenröhren; sie nehmen alle nach der Peripherie hin an Zahl und Durchmesser ab. — Wenige treten in die sechste Lage ein, sie sind hier äusserst fein, ändern ihre

Richtung und scheinen mehr horizontal zu verlaufen; schlingenförmige Umbiegungen habe ich nie gesehen.

Die in radiärer Richtung verlaufenden Fasern werden von einer Menge horizontal verlaufenden Nervenröhren geschnitten. Dieselben scheinen vom Anfange ihres Auftretens (centrale weisse Substanz s. oben) bis gegen die Mitte der grauen Substanz stetig an Menge zuzunehmen; gegen das Ende derselben nehmen sie wieder ab, so dass sie in der Nähe der Peripherie sehr spärlich werden. Eine streifen- oder lagerförmig ausgesprochene Admassirung der horizontalen Fasern habe ich nicht beobachtet, auch verlaufen sie nie in deutlichen Bündeln. — Der Durchmesser ihrer Röhren schwankt zwischen 0,001''' und 0,0005'''; letztere zeigen sich besonders in der Nähe der Peripherie.

Bilder, die dafür sprächen, dass diese Nervenröhren sich von den rädiären ablösten, um die horizontal verlaufenden Züge zu bilden, sah ich nicht; auch fand ich in erhärteten Präparaten, d. h. in solchen, in denen die Gewebselemente in ihrer ursprünglichen Lage fixirt sind, niemals Fasern, welche die graue Substanz nach allen Richtungen hin durchzogen, sondern immer nur zwei durch ihren Verlauf verschiedene Arten von Nervenzügen, die sich unter rechtem Winkel kreuzten. Die Ablösungen der Nervenröhren von den Bündeln geschehen unter so spitzem Winkel, dass eine wesentliche Richtungsveränderung in der Art, dass sie dadurch der Bezeichnung „radiärer“ Fasern verlustig gingen, nicht beobachtet wurde.

Es wurde schon oben die Bemerkung von Kölliker erwähnt, dass die Nervenröhren sich nach der Peripherie zu grösstentheils verschmälern. Diese Thatsache, zusammengehalten mit dem plötzlichen Aufhören der Bündel in der fünften Schicht, macht a priori eine Theilung der Nervenröhren in der grauen Substanz sehr wahrscheinlich. In der That

kommen Theilungen der Axencylinder in der grauen Substanz so häufig zur Beobachtung, dass über die Existenz von Theilung der Nervenröhren auch an diesem Orte ihres Vorkommens kein Zweifel mehr obwalten kann.

Recapituliren wir jetzt in Kurzem den Verlauf der Nervenfasern, so bekommen wir folgendes Bild: Die Fasern treten in Bündel zusammengedrängt in die graue Substanz ein, die Bündel weichen radienförmig auseinander, sie verschmälern sich durch seitliche Faserabgabe; die zwischen den Bündeln verlaufenden Nervenröhren theilen sich selbst wieder unter spitzem Winkel; die Bündel hören in der Nähe der Peripherie der Windungen ziemlich plötzlich auf; einzelne Fasern gehen bis in die äusserste Lage, ändern aber hier ihre Richtung. — Bündel und Nervenröhren werden je mehr sie sich der Peripherie nähern um so feiner.

Durch das Auseinanderweichen der Fasern, ihr Dünnerwerden und schliessliches Aufhören noch vor der Grenze der grauen Substanz wird natürlich ein bedeutender Raum frei, zu dessen Ausfüllung andere Elemente nothwendig hinzutreten müssen. Ein Theil dieses Raumes wird eingenommen durch die beschriebenen horizontal verlaufenden Fasern; aber diese reichen lange nicht zur Ausfüllung hin und sie nehmen ja auch nach der Peripherie zu bedeutend ab.

## IV.

Ich möchte diese radiären und horizontalen Fasern wegen ihrer gegenseitigen Anordnung mit einem Flechtwerk vergleichen, welches gleichsam das Gerüste bildet, in das die hinzukommenden Bestandtheile der grauen Substanz, die Intercellularsubstanz, die Kerne und Zellen sich einlagern.

Ueber die Intercellularsubstanz ist wenig zu bemerken; sie scheint zähflüssig zu sein, und bietet ein fein granulirtes Ansehen.

Die Körner sind den oben beschriebenen der weissen Substanz ähnlich und zeigen die gleichen Grössenverhältnisse; sie sind rundlich mit einem körnigen Inhalt und meist deutlichem Kernkörperchen. Wegen des Adhärirens der Intercellularsubstanz an den Gewebselementen ist es hier schwieriger, den Zusammenhang der Körner mit Nervenfasern nachzuweisen. Bei noch so vorsichtiger Präparation unter der Lupe blieben die Nervenröhren doch meist in der Intercellularsubstanz stecken, und die beschriebenen fadenförmigen kurzen Anhänge, die als der Rest des Axencylinders bezeichnet wurden, waren grösstentheils durch Partikelchen der Intercellularsubstanz, die an den nicht ganz isolirten Körnern hafteten, verdeckt.

Die Macerationsmethode, welche von Prof. Gerlach bei Untersuchung der Kleinhirnwindungen in Anwendung gebracht wurde, führte auch hier zum Ziele. Es wurden Stücke von Grosshirnwindungen in eine sehr verdünnte Lösung von chromsaurem Kali gelegt, oder solche, die erst kurze Zeit in einer concentrirten Lösung verweilten, in blosses Wasser gebracht. Nach mehrwöchentlichem Verweilen daselbst wurde eine Parthie der merklich weicher gewordenen grauen Substanz in eine verdünnte Carminlösung gelegt. Im Verlauf von einigen Tagen waren Körner und Zellen sehr deutlich gefärbt und es gelang, Präparate herzustellen, die einen directen Zusammenhang von Nervenröhren und Körnern darstellten, aber erst dann für beweisend erachtet wurden, wenn sie die oben erwähnte Controle der Strömung bestanden.

Der wichtigste Bestandtheil der grauen Substanz sind die Nervenzellen.

Es lassen sich nach Grösse und Gestalt, welche letztere durch Richtung und Zahl der Fortsätze bedingt ist, verschie-

dene Arten von Zellen unterscheiden. Die kleinsten Zellen sind kaum grösser als die Körner (0,004‴ bis 0,005‴); man würde sie ohne Anwendung der färbenden Methode, welche ihre Fortsätze so sehr hervorhebt, in vielen Fällen von Körnern nicht unterscheiden können. Alle diese Zellen haben einen rundlichen Kern, welcher sie fast ganz ausfüllt; ihre Gestalt bezeichne ich als pyramidenförmig. Von den Seiten der Grundfläche gehen mehrere (zwei, drei bis vier) divergirende kurze Fortsätze aus, welche sich bis zur äussersten Feinheit verästeln. Die Spitze der Pyramide läuft in einen sehr langen, sich verfeinernden und verästelnden Fortsatz aus, der nicht selten bis auf 0,06‴ zu verfolgen ist. (Fig. i.)

Dieselbe Form von Zellen kommt in grösserem Maassstabe vor, so zwar, dass man mittelgrosse und allergrösste unterscheiden kann. Erstere haben im Mittel einen Durchmesser von 0,004‴ Breite, 0,005‴ Länge, letztere von 0,005‴ Breite, 0,01‴ Länge (Fig. k und l). Der grosse Fortsatz gewinnt besonders bei diesen oft eine Dicke von 0,001‴, er verschmälert sich, theilt sich und lässt sich zuweilen auf lange Strecken verfolgen. Alle stärkeren Fortsätze bieten ein fein granulirtes Ansehen. Die Kerne dieser mittelgrossen und allergrössten pyramidenförmigen Zellen sind in der Mehrzahl der Fälle von ovaler Gestalt und so gestellt, dass ihr längster Durchmesser in die Richtung des grossen Fortsatzes fällt; bei den mittleren ist er beiläufig 0,002‴ breit und 0,003‴ lang, bei den grössten 0,003‴ breit und 0,005‴ lang. (Fig. k und l.)

Bei manchen der mittelgrossen pyramidenförmigen Zellen ist der Kern unregelmässig gestaltet und gelagert.

Der zweite Haupttypus der Zellen ist die Spindelform. Von solchen Zellen unterscheidet man der Grösse nach zwei Arten;

die den kleinsten pyramidenförmigen entsprechende Gattung fehlt, es gibt spindelförmige nur vom zweiten und dritten Kaliber; erstere im Mittel 0,0025''' breit und 0,005''' lang, letztere 0,012''' lang und 0,005''' breit. Beide Enden der spindelförmigen Zellen gehen in lange Fortsätze über (bipolare Zellen) (Fig. m und o). Der ovale Kern, welcher mit der Zelle in demselben Grössenverhältnisse steht, wie bei den entsprechenden Formen des ersten Typus, ist so gestellt, dass der Längsdurchmesser in die Richtung der beiden Fortsätze fällt.

Ausser den zwei genannten characteristischen Formen gibt es noch unregelmässige Nervenzellen (multipolare) von mittlerer und allergrösster Art. Ihre Kerne sind unregelmässig gestaltet und gelagert, und gerade diese Zellen sind es, die am häufigsten pigmentirten Inhalt zeigen; sie schicken unregelmässige, vielfach sich verästelnde Fortsätze aus, die nie besonders stark und lang werden.

Uebergangsarten zwischen den beiden erstgenannten Zellentypen kommen vor und zwar in der Art, dass von einer spindelförmigen Zelle ein starker dritter Fortsatz ziemlich von der Mitte aus unter fast rechtem Winkel abgeht. Der Kern pflegt in diesem Falle etwas schief gelagert zu sein.

Dass unter den unregelmässigen Zellen die verschiedensten Formen vorkommen, die häufig an den einen oder den andern Typus erinnern, versteht sich von selbst.

Uebergänge der verschiedenen Zellen der Grösse nach sind auffallend selten, so dass man die drei Gattungen in dieser Beziehung fast immer genau unterscheiden kann.

## V.

Nach längerem Maceriren eines wenig in chromsaurem Kali erhärteten Gehirns bekam ich vermöge der färbenden Methode auf dem Wege der möglichst feinen Zerfaserung unter der Lupe Bilder, welche den Zusammenhang von Nervenzellen mit Körnern wahrscheinlich machten; jedoch erhielt ich nur ein einziges isolirtes Präparät, welches den Controlversuch der Strömung bestand. (Fig. v.)

Die Möglichkeit, dass diese Verbindung des Zellenfortsatzes mit dem Korn durch eine Minimalquantität von Intercellularsubstanz vermittelt sein könne, ist allerdings nicht ganz in Abrede zu stellen, allein der Umstand, dass wiederholte starke Strömungen diesen Zusammenhang nicht zu lösen vermochten, lässt mich mehr an der Ansicht festhalten, dass dieser Zusammenhang ein wirklich bestehender sei. Zweimal erhielt ich Bilder (Fig. w und x), die den directen Uebergang eines Zellenfortsatzes in den Fortsatz einer andern Zelle darboten; sie bestanden beide die Strömungscontrole; die sich verbindenden Fortsätze waren ziemlich stark (c. 0,0015‴).

Verhältnissmässig häufig gelang es, den directen Uebergang von Zellenfortsätzen in dunkelrandige Nervenröhren nachzuweisen. Gehirne, welche sehr lange in Chromsäure gelegen hatten, liessen diesen Uebergang nicht erkennen, und es liegt dies wohl an dem von Prof. Gerlach l. c. pag. 7 beschriebenen denudirenden Einflusse der Chromsäure auf die Nervenröhren.

An einem Präparate von einem fünfmonatlichen Kinde dagegen, welches mehrere Wochen der Einwirkung einer sehr verdünnten Lösung von chromsaurem Kali ausgesetzt gewesen war, sah man nach Zerfaserung des Objectes isolirte Nervenzellen, deren Fortsätze direct in dunkelrandige Nervenröhren übergingen (Fig. r).

Theils liess sich der Fortsatz noch auf eine Strecke, die das 4—5fache des Durchmessers der Zelle betrug, als solcher an seinem fein granulirten Aussehen, den nicht scharfen Rändern und, bei Farbstoffpräparaten, an einer schwachen Färbung erkennen, um dann plötzlich in eine Nervenfaser überzugehen, die sich durch ihre dunklen, scharf abgegrenzten Ränder characterisirte; theils bot der Fortsatz schon in unmittelbarer Nähe der Zelle auffallende Varicositäten und dunkle Ränder und hörte somit auf Fortsatz zu sein (Fig s). Nicht selten sieht man da, wo die Nervenfaser abgebrochen ist, aus ihr auf eine kurze Strecke den Axencylinder hervorragen (Fig. s). Wiederum in anderen Fällen lässt sich der ganz feine Fortsatz, der eine sehr helle Contour annimmt, auf lange Strecken verfolgen und bietet dann Varicositäten (Fig. t), oder kleine Partikelchen haften in Zwischenräumen an ihm, die sich durch ihre stark lichtbrechende Eigenschaft als Reste von Nervenmark erkennen lassen (Fig. u).

Letztere Bilder sprechen dafür, dass der Zellenfortsatz zum Axencylinder wird.

# VI.

Es wären nun noch die Fragen zu beantworten, in welchem Verhältniss die oben genannten zelligen Elemente zu dem erwähnten geflechtartigen Fasergerüste stehen, wie ihre gegenseitige Anordnung ist, was dieselbe für einen Einfluss auf das Hervorbringen der Schichtung hat, und wie sich die Zellen in diesen Schichten verhalten.

Möglichst feine in der Richtung der radiären Fasern, die aus dem Centrum semiovale kommen, gemachte Schnitte wurden nach Behandlung mit Farbstoff durch mehrstündiges Liegen in absolutem Alkohol entwässert und zur Erzielung eines höheren Grades von Durchsichtigkeit auf dem Objectträger der Einwirkung von Ol. terebinth. oder Balsam. canadense ausgesetzt. — Bringt man solche Objecte unter das Mikroskop, so erkennt man recht genau die radiär verlaufenden Faserzüge wie sie aus der weissen Substanz kommen. Die graue Substanz markirt sich nach dem Centrum hin sehr deutlich. Sie unterscheidet sich von der weissen Marksubstanz sehr scharf durch die eingebetteten Zellen, während in jener nur Körner vorhanden sind; die Zellen sind, was die Färbung um so deutlicher hervorhebt, in die Zwischenräume der Nervenbündel eingebettet und müssen natürlich so den Verlauf der Fasern wiederholen, d. h. ebenfalls eine radienförmige Anordnung bieten, die sich bei geringeren Vergrösserungen z. B. von 90 deutlich präsentirt.

Gegen das Ende der grauen Substanz (fünften Schicht) hin nimmt diese Anordnung in dem Maasse ab, als die radiären Fasern sich dem Blicke entziehen.

Hier sind die Nervenzellen ausserordentlich dicht gestellt und hören dann plötzlich auf; ein heller, schmaler Saum, in dem äusserst wenig zellige Elemente zu erkennen sind, fasst das Präparat von Aussen her ein. Bei stärkerer (300facher Vergrösserung) zeigte sich, dass die grossen Fortsätze sowohl der spindelförmigen als pyramidenförmigen Zellen mit den radiären Bündeln parallel laufen. Die Fortsätze waren nicht selten fast durch die ganze Dicke der grauen Substanz zu verfolgen, bis sie sich, äusserst fein geworden, trotz der Färbung dem Blicke entzogen. In der Mitte der grauen Substanz waren die pyramidenförmigen Zellen immer so gestellt, dass ihre Spitze, also der lange Fortsatz, nach der Peripherie hin gerichtet war. Da, wo die beschriebene Admassirung der Zellen beginnt, hört diese regelmässige Stellung auf: die Zellen lagern sich zum Theil schief, einige pyramidenförmige Zellen schicken ihren langen Fortsatz zum Centrum, die Kerne dieser Zellen sind bald unregelmässig geformt, bald unregelmässig gelagert; die Zellen selbst behalten hier zum grössten Theil den pyramidenförmigen Typus, wenn auch nicht immer ganz streng; fast alle sind von mittlerer Grösse.

Getrocknete mit Ol. terebinth. durchsichtig gemachte Objecte bieten dasselbe Bild über die Lage der Zellen, nur ist an ihnen nichts von den Nervenfasern zu sehen.

Bei der färbenden Methode von Prof. Gerlach hat sich ihm das Gesetz herausgestellt, dass sich zellige Elemente am schnellsten und intensivsten färben. (L. c. pag. 1). Nun hebt sich die innerste (erste) Schicht der grauen Substanz von der centralen weissen durch eine Menge eingelagerter Zellen sehr intensiv ab; also hätten wir in dieser Zellenanhäufung die mikroskopische Erklärung für die mit blossen Augen bemerkbare intensive Färbung dieser Schicht.

Nächstdem erklärten sich aus dem Besagten der äusserste helle Saum, in dem fast gar keine zelligen Elemente vor-

handen sind, die sechste Schicht (helle Färbung) und die fünfte Schicht (dunkle Färbung) durch auffallend massenhafte Anhäufung der Zellen.

Die drei mittleren Schichten sind auf die angegebene Weise nicht genügend zu erklären. — Freilich sieht man, besonders bei geringerer (90facher) Vergrösserung nicht selten streifenartige Abwechslung in der Zellenanhäufung, doch muss man sich bei Verwerthung dieser Bilder stets vergegenwärtigen, dass in der Unmöglichkeit, so feine durch die ganze Dicke der grauen Substanz geführte Schnitte gleichmässig dick zu erhalten, eine Quelle unzähliger Täuschungen gegeben ist. — Dennoch glaube ich, dass Leuret (Hannover) Recht habe, wenn er sagt: „. . . le plus ou moins de coloration de ces couches provient du plus ou moins de cellules qui sont mêleés parmis leurs fibres.“ Ich glaube es, weil die Farbstoffbehandlung diese Färbungsdifferenz so deutlich hervortreten lässt; denn wenn es feststeht, dass zellige Elemente sich eher und intensiver färben als Intercellularsubstanz und Nervenfasern, so ist wohl der Rückschluss nicht ungerechtfertigt, dass verschiedene Intensitätsgrade der Färbung, die in der Contiguität einer Gewebsparthie auftreten, durch die Gegenwart einer grösseren oder geringeren Quantität von Zellen bedingt sind; bestärkt werde ich in dieser Ansicht durch den mikroskopischen Nachweis der auffallenden quantitativen Differenz in der Zellenanhäufung, wie man sie in der fünften und sechsten Schicht antrifft.

Es gelang, unter der Lupe die sich deutlich von einander abhebenden Lagen gefärbter Durchschnitte zu isoliren; diese wurden nun für sich untersucht; theils als getrocknete, theils als feuchte ganze Lagen, theils wurden sie zerfasert.

Bei dieser Behandlung zeigten sich folgende unterscheidende Merkmale der Schichten (Fig. III).

Die Untersuchung der peripherischen Theile der centralen weissen Schicht hatte radiäre, horizontale Nervenfasern und Körner ergeben. Dieselben Elemente finden sich in allen Lagen: die Körner in ziemlich derselben Anzahl, die Fasern in den oben beschriebenen Modificationen.

In der ersten Schicht treten zu diesen Gewebselementen hinzu Intercellularsubstanz und Zellen. Die Zellen sind fast alle von mittlerem Kaliber, ihre Gestalt ist spindelförmig und pyramidenförmig, ihre Stellung die oben angegebene; einzelne Zellen schicken seitlich, fast unter rechtem Winkel Fortsätze ab; diese Zellen scheinen sehr dicht zu stehen; grosse kommen vereinzelt vor.

In der zweiten Schicht findet sich wiederum das Nervengerüste mit den Körnern. Nervenzellen scheinen in geringerer Menge vorhanden zu sein; die grossen haben hier das Uebergewicht über die mittleren; die Stellung ist regelmässig, eine Anhäufung horizontaler Fasern bemerkte ich nicht.

Die dritte Schicht verhält sich ganz ähnlich wie die erste: viele Zellen mittlerer Grösse, besonders spindelförmige, auch viele pyramidenförmige in regelmässiger Stellung. —

Die vierte Lage ähnelt wieder der zweiten: weniger, meist grosse, regelmässig gelagerte Zellen.

Die fünfte ist ganz charakteristisch, sie zeigt eine auffallende Masse von Zellen; diese sind alle von mittlerer Grösse, manchmal unregelmässig gestaltet, erinnern aber alle an die Pyramidenform. Die Stellung ist bei manchen regelmässig, bei andern so, dass die pyramidenförmige Zelle ihre Basis nach der Peripherie wendet und den langen Fortsatz zum Centrum schickt; andere stehen etwas schräg. Der Kern ist öfter mehr oder weniger eckig und häufig unregelmässig gelagert. Alle äusseren Zellen schicken Fortsätze in

die sechste Schicht, die sich in zahlreichen Fällen, was besonders deutlich an getrockneten Farbstoffpräparaten zu beobachten ist, unter spitzem Winkel schneiden. Dass sich diese Fortsätze unter spitzem Winkel vereinigten, wie Jacubowitsch will, habe ich nicht beobachtet. Auch lässt sich dies an Präparaten, in denen die Gewebselemente in ihrer Lage fixirt sind, nicht nachweisen, da man ja kein Mittel hat, zufällige Juxtaposition auszuschliessen; und gelänge es, an isolirten Zellen diese Communication der äusserst feinen Fortsätze zu beobachten, so würden wahrscheinlich alle Anhaltspunkte, die auf eine Communication unter spitzem Winkel schliessen liessen, durch die Präparation zu Grunde gehen.

Die beschriebenen Zellen der fünften Schicht hören wie abgeschnitten auf.

Die sechste Schicht zeigt wenig zellige Elemente und Körner; sie sind ganz unregelmässig gelagert, und dies hängt wohl mit dem Umstand zusammen, dass sie des regelmässigen Gerüstes von Nervenfasern entbehren, welches besonders die vier ersten Schichten auszeichnet.

Der Hauptsache nach besteht die sechste Schicht aus Intercellularsubstanz. Dazwischen ziehen einzelne Nervenröhren, die in allen möglichen Richtungen eintretend schliesslich einen horizontalen Verlauf zu nehmen scheinen; sie sind von zahlreichen Zellenfortsätzen, die ihnen an Dicke, Menge und Verlauf ähnlich sind, nur vermittelst der färbenden Methode zu unterscheiden. — Die Zellen sind pyramidenförmig, nur vom kleinsten Kaliber mit rundlichem Kern. Nahezu in gleichem numerischen Verhältniss, wie die Zellen, kommen in der sechsten Schicht die Körner vor.

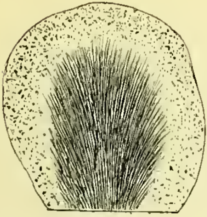
Schlingenförmige Umbiegung der Nervenröhren in der sechsten Schicht habe ich nicht beobachtet. Der Umstand, dass die Nervenzüge sowohl wie die Röhren durch Theilung

dünner werden, dass sie sich in dem Grade verschmälern, als zellige Elemente hinzutreten, dass die radiären Bündel gerade da, wo die massenhafteste Anhäufung der Zellen stattfindet, ganz aufhören, spricht in Verbindung mit der Thatsache von dem Uebergang der Zellenfortsätze in Nervenfasern dafür, dass die Nervenröhren in den Zellen endigen, oder besser: aus ihnen entspringen.

---

Taf. I.

I.



II.



III.

Taf 2







